

智能化技术在风力发电自动化控制系统中的运用分析

卢彩云

河北静林电力工程设计咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着环境责任不断加重以及能源经济不断发展,风力发电作为可持续、绿色且高效的新能源,在全球被大力推广,不过其设备和操控维护系统所处环境复杂多变,对自动化、智能化控制技术要求更高,文中分析了智能化技术在风力发电技术环境下于自动化控制系统中的应用,总结了其核心经验并指明了未来方向,给风电产业智能化进程带来参考。

[关键词]智能化技术; 风力发电; 自动化控制系统

DOI: 10.33142/hst.v8i8.17355

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Analysis of the Application of Intelligent Technology in Wind Power Generation Automation Control System

LU Caiyun

Hebei Jinglin Electric Power Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasing environmental responsibility and the continuous development of energy economy, wind power generation, as a sustainable, green and efficient new energy source, has been vigorously promoted worldwide. However, its equipment and operation maintenance system are located in a complex and changing environment, which requires higher automation and intelligent control technology. This article analyzes the application of intelligent technology in the automation control system of wind power generation technology environment, summarizes its core experience and points out the future direction, providing reference for the intelligent process of wind power industry.

Keywords: intelligent technology; wind power generation; automatic control system

引言

传统发电通常依靠燃烧煤、石油、天然气这类石化能源来给社会供电,不过在燃烧之时,会排出不少有毒有害气体,这对人类健康颇为不利,同时也会对天然生态址层造成严重破坏,给环境带来持续性的危害。风力发电技术属于绿色能源新时代的一项重要补充,它具备无排放、无污染以及可再生等诸多优势。风力发电和传统发电系统的稳定性不同,它的工作效率以及应用效果都与对外环境、系统机组、技术级别等一系列因素有关。把智能化技术运用到风电自动化控制系统当中,这成为了提升工程智能性、系统自适应能力以及运维效率的关键途径。本文会在分析风电技术的基础上,着重探讨智能化技术在自动控制方面的应用优势以及核心技术应用的经验。

1 风力发电技术概述

传统发电模式通过燃烧煤、石油、天然气等为人们提供电能,燃烧过程中会排出大量的有毒有害气体,这严重污染了空气,不利于传统发电的可持续发展。为实现发电的可持续发展,近年来国家重点关注风力发电技术,这种技术以风力为主,通过将风的运动转化为机械能,且不会对环境产生污染。但风力发电工作对设备要求高,前期需投入大量的资金,包括建设发电设备、投入发电技术等。此外,与智能化技术有效结合的风力发电技术,能进一步

提高发电的自动化控制水平,减少人力、物力的投入,提高风力发电的质量,降低风力发电的成本。智能化技术可以评估分析风力发电过程中出现的问题、预测潜在的风险。通过有效推广、宣传风电项目,可整合社会力量,进一步提高风力发电水平。

2 智能化技术在风力发电自动化控制系统中的应用优势

2.1 系统运行的可视化与智能化

在风电自动化系统里运用智能化技术,最开始就表现在对系统操作状态实施可视化的控制方面。借助数字化的界面、弹性化的模型以及实时的数据统计手段,把风机的操作状况、输出的电量情况以及环境的反应状况等一系列关键指标都统一起来加以辅助性的展示,从而给操作人员实时且全面地掌握发电单元的运行状况给予较为可靠的参考信息。与此凭借智能的统计方式以及前端的分析方法,还能进一步对智能决策予以有力的支持,达成操作动作和环境变化之间的调和状态,进而使得风电系统的响应效率得以提升,维护精度也获得了提高。

2.2 智能监测与远程运维

智能化技术让风电系统的监测系统有了明显提升,特别是从传统传感器、分散式数据收发器转向智能化规划、辅助决策系统之后,可对风机功能单元、输电系统以及网

络接入状态展开实时监控。远程操控技术催生出人员少、效率高、维护无阻碍的新型运维模式,既可缓解人力不足的情况,又能确保运行的安全与稳定。

2.3 故障预警与状态评估

历经对进风速、输电量、振动值以及软件老化等各项指标展开历史数据方面的集成操作,并且加以深入剖析之后,智能系统便能够达成对潜在故障予以预准的目标。凭借路径分析这一手段,再加上常规识别以及异常调用等方式,进而实现对风机运行健康状况加以评估,同时还能起到警报故障隐患的作用。这种预警功能顺利接入到系统维护分配当中,从而能为处理出错事宜给予快速、精准且不会打扰到平稳运行的智能辅助决策助力。

2.4 能源管理与发电效率优化

智能化技术的应用可针对全场站能源分布及分配展开统一调控,当面临复杂地质状况以及不同地点的风速变化情况时,其能够自适应地挑选出最优发电方案,以此来让电量产出效率达到最大化。并且在零散风电场站进行系列连接之际,凭借智能分配、扩展调整以及协同运行等方面的能力,可切实有效地降低能耗成本,达成绿色发电和经济性二者相互兼容且互不干扰的状态。

3 智能化技术在风力发电自动化控制系统中的核心应用

3.1 可视化控制技术

在风力发电的自动化控制系统里,利用可视化控制技术能够达成风电设备运行状态的全景展现以及实时互动交流。此项技术凭借人机界面(HMI)、三维建模还有动态图形,形象直观地呈现出风电机组的运行参数、负载方面的变化情况以及风速的分布状况等相关信息,从而让管理人员可迅速且全面地掌握系统的整体实际状况。可视化控制一方面有利于降低人工出现误判的情况,另一方面也能够一定程度上提高系统的响应速度以及决策的效率。在集控中心当中,技术人员能够凭借图形化界面来调度各个风机的不同运行模式,同时还可以远程去查看预警的相关信息,进而实现智能化的辅助运维工作以及指挥操作。在未来的发展进程中,倘若将虚拟现实(VR)或者增强现实(AR)技术融入到可视化平台之中,那么将会进一步提升平台的交互性以及带给使用者的沉浸感,进而为风电场的智能管理带来全新的使用体验。

3.2 数据传输与整合分析

风力发电系统中,数据采集点遍布各处,像风速传感器、温湿度监测设备、风机运行状态采集模块等都有涉及,所以这就对数据传输网络的高效与稳定提出了非常高的要求。为了确保数据的实时性以及准确性,现代风电场普遍会采用光纤通信、无线网络还有新兴的5G通信技术,以此来搭建起贯穿全场的高速传输通道,进而保障海量的运行数据可以及时汇集到中央控制平台。智能化控制系统

会在这样的前提下,对所收集到的数据加以统一整合并展开深度分析,借助对参数趋势的挖掘以及运行模式的识别,达成对风机性能的动态评估以及优化管理。特别是在边缘计算与云计算技术协同运用的情况下,数据管理展现出了多层次、多维度的智能化特点,既可以在本地迅速处理关键数据,减少延迟情况,又能够把大规模的历史数据上传到云端,实现长周期的趋势分析以及模型训练。风速、风向出现微小的变化,风机扭矩产生波动以及振动频率出现异常等情况,都会成为潜在故障预警的重要信号,凭借数据整合与智能分析,系统可提前识别出设备异常状况,指导运维人员开展精准维护并调节控制参数,由此有效地降低故障率,提高发电效率。从这个层面来看,数据传输与整合分析不但是风力发电自动化控制系统运行的基本支撑,而且是推动智能化水平持续提升,达成预测性维护、故障排查以及优化发电策略的关键技术环节。

3.3 极端载荷与阵风智能控制技术

风力发电系统于极端气候状况下,极易遭受载荷突变以及阵风冲击等方面的影响,倘若不能够及时地去调整控制策略,那么就极有可能致使设备出现损坏的情况,甚至还会引发停机事故的发生。智能控制技术凭借着引入机器学习算法、气象预警模型以及实时载荷分析手段,使得系统在面对极端载荷以及阵风的时候,其自适应能力得以提升。通过针对风速、风向、温湿度、雷暴等气象数据展开融合分析,系统能够在异常天气还未到来之前,便采取诸如预调功率、调整桨距角、启动保护程序等一系列的措施,以此来有效地缓解结构所遭受的冲击。与此借助历史载荷数据与应力响应模型展开对比学习的方式,系统可以不断地对自身的应对机制加以优化,进而提升风机的抗风险能力以及运行的安全性。

3.4 基于大数据的偏航误差自校正技术

偏航误差属于影响风力发电效率的关键要素之一,其主要呈现为风机没有精准地对实际风向做出响应,进而使得风能捕获效率有所降低,发电量也随之减少。借助大数据技术所构建的偏航误差自校正系统会不断地收集诸多风速、风向方面的数据,还有偏航角位移、发电输出功率等多方面指标,以此来构建出细致精确的偏航误差模型,达成对误差的自动识别以及动态调整的目的。该系统运用先进的数据挖掘技术以及深度学习算法,针对不同风况下风机偏航的具体表现展开全面剖析,及时且精准地捕捉并预测偏航误差的变化走向,据此施行最为适宜的校正策略,保证风机可一直维持在最佳的迎风角度状态。这种自校正的能力不但大幅提升了风机的发电效率,而且降低了机械部件出现磨损以及发生故障的风险,并且还强化了系统的智能化程度以及自适应水准。除此之外,此项技术还能够与气象预测系统达成数据联动的效果,凭借实时风向变化的预报,在风向出现剧烈变动之前顺利完成预调整的操作,

进一步提高控制系统的前瞻性以及响应的速度。依靠大数据驱动的偏差误差自校正方式,风电场可以实现更为高效的能源利用状况以及更加稳定的运行性能,从而为智能化风力发电的发展给予稳固的技术支持。

3.5 主动尾流控制与气动优化技术

在风电场密集布局的环境下,下游风机往往受到上游风机所产生尾流的影响,这种尾流引发的风速降低以及气流紊乱情况,一方面大大降低了下游风机的发电效率,另一方面也加剧了设备的机械磨损程度以及运行时的风险状况。对于这一问题,主动尾流控制技术随之诞生,其借助先进的智能算法,实时对上游风机的运行参数做出调整,像叶片角度、转速还有偏航角度等,并且凭借精准的扰动策略达成尾流的重新塑造与分流,进而让下游风机的风况环境得以改善。这项技术同气动优化策略相结合,把整个风电场发电效率达到最大作为核心目标,通过搭建群体智能调度系统,实现风机之间的协同运转以及资源的优化分配工作^[1]。气动优化系统还能够依据风电场的地形特点、季节性的风向变化以及风速分布情况,动态地去调整控制参数,切实有效地提高风电场整体的能量捕获能力以及运行的稳定性。主动尾流控制技术不但大幅度提升了风电场的整体功率输出,还优化了风能资源的利用效率,而且明显减少了风电场内部由于运行不平衡所造成的机械疲劳以及维护成本,为打造高效且智能化的风力发电系统给予了极为有力的技术支撑。

3.6 智能感应与环境参数识别系统

风力发电的运行环境复杂且多变,智能感应技术借助布设多种多样的传感器,针对风速、风向、温湿度、气压、雨雪状况以及电磁干扰等一系列关键环境参数展开高频度的监测工作,从而赋予风电系统实时感知环境的能力。再结合边缘计算以及AI识别算法,该系统能够迅速对环境变化的趋势做出判断,并且能够在异常情况出现之前做出相应响应。就好比在冰冻雨雪这样的天气条件之下,系统可以提前察觉到结冰的风险,进而启动防冰加热系统或者去调整自身的运行策略。智能感应系统一方面提高了风电系统对于外部扰动的适应程度,另一方面也为安全控制以及能效调度提供了极为精确的决策支持数据。

3.7 系统集成平台与智能管理界面

一个高效的风力发电智能控制系统,需要有一个统一的集成平台,把前端数据采集、传输、分析、控制以及监测等诸多模块都融合起来进行管理^[2]。这个智能集成平台是以开放式架构为基础,并且采用了模块化设计的方式,所以它有着不错的可扩展性以及兼容性,能够支持多种品牌的设备接入,同时也能让多个系统协同运行。借助智能

管理界面,用户能够在同一个平台上达成实时监控、参数设定、报表生成以及预警处理等一系列的操作,从而在很大程度上提高管理的效率。该系统平台还能够支持远程运维以及多级权限管理,以此来保障数据的安全以及操作的规范性。而平台化的建设,无疑是智能化控制系统迈向集中管理以及高效协同的重要根基所在。

3.8 技术管控与运行协调机制

在风力发电系统实现智能化运用的过程当中,将技术管控机制予以完善,这是保障该系统能够安全且高效地运行的关键所在。借助于建立起技术标准化的管理体系,把各类设备的运行规范、接口标准以及数据传输格式等相关方面都明确清楚,如此便能够切实有效地提升系统的兼容性以及故障容错的能力。与此引入运行协调机制,达成设备级层面、子系统级层面以及风电场级层面的联动控制以及资源调度的目的^[3]。就好比在电网负荷出现波动或者风力发生突变的时候,协调机制可以自动对各个风机的输出进行优化处理,进而实现一种动态的平衡状态。除此之外,技术管控还涵盖了定期开展的系统评估、软件升级以及运维培训等诸多环节,以此来保证智能系统能够不断地得到优化并且实现良性的运转状况。

4 结语

随着智能化技术持续发展,风力发电自动化控制系统逐步走向更为智能的运行阶段。从最初的可视化控制开始,历经主动尾流调控,再到数据集成分析以及偏差误差自校正等环节,智能化手段给传统风电的管理模式以及运行机制带来了颇为显著的改变。当下,系统集成困难、技术成本偏高以及数据安全存在风险等诸多挑战依然存在。不过在未来,随着边缘计算、人工智能以及新一代通信技术逐渐成熟起来,风力发电的智能化水平会不断得到提高。持续促进智能技术与风电系统深度融合,能够切实提升风电场在能效利用方面的水平,增强其运维管理能力,同时提高整体经济效益,进而推动构建起清洁、高效且智能的新型能源体系。

【参考文献】

- [1]姚建国.智能化技术在风力发电自动化控制系统中的应用[J].产业科技创新,2023,5(4):65-67.
- [2]周玉高,叶海瑞,许冬书.智能化技术在风力发电自动化控制系统中的运用分析[J].华东科技,2023(6):61-63.
- [3]丁锋.智能化技术在风力发电自动化控制系统中的应用[J].中国高新科技,2021(24):107-108.

作者简介:卢彩云(1983.9—),毕业院校:华北电力大学,电气工程及其自动化,就职单位:河北静林电力工程设计咨询有限公司。